

Infrastrukturforbedringer på S-banen - tog til tiden

Anders H. Kaas, Anders.H.Kaas@Atkinsglobal.com

Atkins Danmark A/S

Niels Wellendorf, NWellendorf@S-TOG.DSB.DK

DSB S-tog

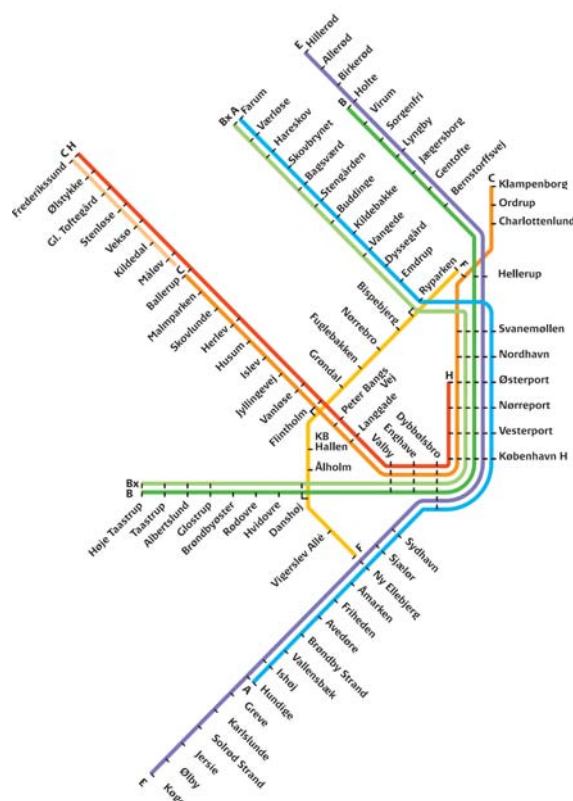
1. Indledning

DSB S-tog har i de sidste mange år arbejdet hen imod, at indføre en ny køreplan med fuld udnyttelse af de nye S-tog, der nu er leveret til erstatning for de gamle tog fra 70'erne.

For at kunne udnytte togenes højere hastighed og bedre acceleration og deceleration er store dele af infrastrukturen nu tilpasset og forbedret, bl.a. med højere hastighed på mange strækninger. Hertil har Banedanmark anvendt omkring 1 mia. kr. over de sidste mange år.

Hertil kommer en række yderligere projekter Banedanmark nu har igangsat for at sikre en fornuftig regularitet for den nye køreplan, herunder en optimering af togfølgen i "Røret".

Med den nye køreplan, der træder i kraft i august 2007 – når Banedanmark er helt klar med infrastrukturen, herunder den nye DIC-S – står DSB S-tog godt rustet til de kommende års drift.



Figur 1: Linjekort, ny S-togskøreplan august 2007

Der er dog også behov for i de kommende år at udvide og udvikle driftstilbudet, herunder gerne med en ekstra linje.

2. Dagens driftssituation

Det er ikke alene nye S-tog og dertil opgraderet infrastruktur, der gør det. Togene skal gerne køre til tiden hver dag, hvilket kræver at alle dele af infrastrukturen er gearet til at kunne klare de forsinkelser der af forskellige årsager altid vil opstå.

Altså at infrastrukturen er indrettet på at kunne få togene frem til tiden, eller om nødvendigt at kunne sikre en hurtig genopretning af trafikken.

DSB S-tog ønsker derfor at forbedre regulariteten, herunder genopretningsmulighederne, ved i samarbejde med Banedanmark og Trafikstyrelsen, at få foretaget en række forbedringer af S-banens infrastruktur.

For at få et overblik over mulige forbedringer, har DSB S-tog udarbejdet en bruttoliste over en række ønsker til forbedringer af togfølge og vendemuligheder mv., med en opstilling af mulige infrastrukturprojekter, og effekter af disse.

DSB S-tog har ønsket at få en vurdering af hvilke af disse løsninger, der kan anses for mest oplagte, set såvel ud fra en trafikal som en teknisk/økonomisk betragtning.

Bruttolisten indeholdt en lang række tiltag indenfor følgende områder:

Emneområde	Tiltag
Togfølge ved normal drift	<ul style="list-style-type: none">* Kortere togfølge på den centrale strækning* Kortere togfølge omkring endestationer* Kortere togfølge omkring ”mellemstationer”* Kortere togfølge på de enkelte strækninger generelt
Togfølge ved større uregelmæssigheder	<ul style="list-style-type: none">* 20 min drift også ved venstresporskørsel* 10 min drift også ved venstresporskørsel* 5 min drift også ved venstresporskørsel (centrale strækn.)* Bedre opdeling af køreledningsnettet
Yderligere hastighedsforbedringer	<ul style="list-style-type: none">* På strækninger* Højere hastighed ind og ud af stationer* Overhalingsspor
Bedre vendemuligheder	<ul style="list-style-type: none">* Vending af flere linjer* Vending af tog ved uregelmæssigheder
Bedre muligheder for at henstille materiel	<ul style="list-style-type: none">* Flere depotspor
Kapacitetsudvidelser	<ul style="list-style-type: none">* Dobbeltspor helt til Farum* 6. Hsp. København H – Dybbølsbro (er besluttet)

Tabel 1: Bruttoliste over infrastrukturmæssige driftsfremmende tiltag.

3. Infrastrukturforbedringspakker

Der er på baggrund af bruttolisten i tabel 1 oplistet en række forslag, der har hvert sit hovedmål, og som evt. kan udføres som ”pakkelsninger” med flere forskellige infrastrukturtiltag.

Udgangspunktet har været ønsket om for så få midler som muligt at kunne skabe store forbedringer af såvel udbud som regularitet.

De øvrige forslag, der har været oplistet er enten udskudt eller afvist på grund af forventet mindre effekt.

Infrastrukturpakke	Tiltag
1. Muligheder for udvidelse af driftsuddbuddet	<p><u>En ekstra 11. linie</u> Driftsoplæg bestående af S2007 køreplanen fra august 2007 udvidet med en ekstra linje på Frederikssundstrækningen, således at denne betjenes på samme måde som Hillerød- og Køgestrækningerne med i alt 4 linjer i dagtimerne. Den ekstra linje skal føres til Østerport eller Hellerup. Togfølgen på hele den centrale strækning mellem Valby og Hellerup skal derfor forbedres til kørsel med 11 linjer.</p> <p><u>Togfølgen ind og ud af den centrale strækning skal være optimal, bl.a. af hensyn til den 11. linie.</u> De nuværende problematiske togfølger som skal optimeres:</p> <ul style="list-style-type: none">• Vanløse – Valby• Svanemøllen – Ryparken• Ny Ellebjerg – Dybbølsbro <p><u>Mulighed for vending af den 11. linje.</u> Med 2 hurtige linjer fra Frederikssund, hvor stamlinjen i S2007 køreplanen vender på Østerport i spor 13 kræver at dagtimelinjen får et nyt vendespor.</p> <p><u>Mulighed for bedre vending i Ballerup.</u> Når der skal vendes 2 linjer i Ballerup er der behov for forbedringer her.</p>
2. Forbedring af driftsafviklingen på Farumstrækningen.	<p><u>Etablering af dobbeltspor helt ind på Farum station.</u> Driftsoplæg som S2007 august. Men uden de bindinger der er i dag, og dermed mulighed for en hurtigere kørsel på strækningen.</p> <p><u>Midtliggende vendespor lige nord for Bagsværd station.</u> Driftsoplæg med standsende tog hvert 10. minut til Bagsværd i dagtimerne, hvor det ene fortsætter til Farum. Suppleret med en hurtig dagtimelinje med stop ved alle stationer mellem Bagsværd og Farum og med stop kun på Buddinge og (evt.) Vangede mellem Ryparken og Bagsværd.</p>

<p>3. Projekter, der sikrer mindst 20 minutters drift på alle strækninger ved spærring af spor samt opretholdelse af flest mulige linjer på strækningerne uden for den centrale strækning ved uregelmæssig drift der.</p>	<p><u>Etablering af transversaler, så der kan opretholdes en fast 20 minutters drift på alle strækninger.</u></p> <p>Det undersøges hvor der mangler transversaler og beskrives forslag til løsninger.</p> <p><u>Sikring af, at der kan køre 4 tog pr. 20 minutters interval gennem Boulevardbanen hvert 20. minut ved spærring af det ene spor.</u></p> <p><u>Mulighed for vending af tog fra vest på Valby station.</u></p> <p><u>Mulighed for vending af tog fra nord på enten Hellerup eller Svanemøllen station.</u></p> <p><u>Mulighed for vending af tog fra syd på Ny Ellebjerg station.</u></p>
---	--

Tabel 2: Infrastrukturpakker med forskellige temaer.

4. Analysearbejdet

DSB S-tog har valgt at lade Atkins gennemføre analyserne vedr. nye infrastrukturtiltag på S-banen.

I den indledende fase blev der gennemført en teknisk/økonomisk screening af den bruttoliste, der indeholdt 29 forskellige infrastrukturforbedringsforslag, som DSB S-tog havde udarbejdet. På baggrund af dette er der sket en fravælgelse af de forslag, der virker mest urealistiske set i et teknisk/økonomisk perspektiv sammenholdt med den forventede trafikale effekt.

Til brug for de gennemførte trafikale analyser, er infrastruktur og køreplaner indlagt i jernbanesimuleringsprogrammet RailSys. Der er taget udgangspunkt i den fremtidige "S-togs-køreplan 2007".

I de følgende afsnit gengives et uddrag af de trafikale analyser, som er blevet gennemført for infrastrukturpakke 1 og 2 jf. tabel 2.

4.1 Kortere togfølgetid

For at forbedre forudsætningerne for flere tog med høj rettidighed, ønskes at togfølgetiden er kortest muligt, så tog kan køre tæt efter hinanden [1], [2].

En forbedring af togfølgetiden på S-banen er primært en sikringsteknisk øvelse. En optimering af sikringsanlægget, er en nærliggende mulighed for at forbedre regulariteten af S-banens trafik.

Et sikringsanlægs grundlæggende opgave, er at sikre en forsvarlig afstand imellem tog på banen. Et optimalt fungerende anlæg sikrer, at afstanden imellem to tog netop er den nødvendige nødbremseafstand.

Den trafikale ”kvalitet” af et sikringsanlæg kan beskrives ved togfølgetiden imellem to på hinanden følgende tog med ens køreegenskaber. Jo bedre et sikringsanlæg reagerer, jo kortere er togfølgetiden. Helt optimalt er togfølgeafstanden netop den krævede bremse- og sikkerhedsafstand [3].

En optimering af sikringsanlægget med formål at nedsætte togfølgetiden, kan gennemføres efter to forskellige ambitionsniveauer:

- Optimering af eksisterende HKT systems blokafsnit ved justering af:
 - Placering af stød
 - Antallet af blokafsnit
- Nyt sikringssystem indføres på hele eller dele af S-banen – hvilket pt. ikke er aktuelt

S-banen er i dag sikret af HKT systemet, der giver mulighed for forholdsvis korte togfølger. HKT systemet opdeler strækningerne i en række blokafsnit. Ved at justere placering og antal af de enkelte blokafsnit, kan togfølgetiden i mange tilfælde nedbringes [4].

DSB S-tog har som målsætning, for denne analyse, at togfølgetiden maksimalt må være:

- 1½ minut på den centrale strækning (jf. afsnit 4.1.1)
- 2 minutter på de indre strækninger (jf. afsnit 4.1.2)
- 3 minutter på de ydre strækninger (jf. afsnit 4.1.3)

4.1.1 - 1½ minut togfølge på den centrale strækning

På den centrale strækning Valby – Hellerup er togfølgetiden i dag på 120 sekunder.

På strækningen København H – Østerport, ”Røret”, vil der med allerede planlagte justeringer af HKT systemet opnås en forventet togfølgetid på mellem 100 og 110 sekunder [4].

Skal togfølgetiden på København H - Østerport strækning forbedres yderligere, er det sandsynligvis ikke muligt med det nuværende HKT system. En yderligere forbedring af togfølgetiden vil således kræve en helt ny sikringsteknologi.

Derimod virker det oplagt, at resten af den centrale strækning Hellerup – Østerport og Valby – København H optimeres efter samme principper som er planlagt for København H – Østerport strækningen. Der vil ved optimering af de eksisterende HKT afsnit samt en mindre nedjustering af hastigheden i udvalgte blokafsnit [5] kunne opnås en togfølge på 100 til 110 sek. på hele strækningen.

Specielt set i lyset af at der ønskes at køre en ekstra 11. linje, er det meget vigtigt med en optimal togfølge i hele det centrale afsnit.

4.1.2 - 2 minutters togfølger på de indre afsnit

På de indre afsnit er den nuværende togfølge, beregnet med RailSys, angivet i tabel 3. I tabel 3 er desuden noteret bemærkninger til hvor på strækningen, der er størst begrænsninger for togfølgetiden. Beregningen af togfølgetider er i RailSys konservative. De her angivne togfølgetider gælder ved maksimal hastighed. HKT systemet har mulighed for at tilbyde kortere togfølgetider ved lavere hastigheder. Det betyder, at kommer et tog tæt på det forankørende tog, kan det ved at nedsætte hastigheden opnå en tættere togfølge end angivet [5].

Opholdstiden ved stationer er typisk afgørende for togfølgen. Ved analysen benyttes de standard opholdstider, der er defineret af DSB S-tog.

Strækning ¹	Togfølge [min:sek]	Bemærkninger
Hundige – Dybbølsbro →	2:27	Ny Ellebjerg – Sjælør er begrænsende for togfølgen, blokafsnit bør optimeres omkring Ny Ellebjerg.
Dybbølsbro – Hundige ←	2:16	Ny Ellebjerg er begrænsende, men også Friheden, Avedøre og Brøndby Strand er tæt på togfølgetiden
Høje Taastrup – Valby →	2:11	Glostrup er begrænsende for togfølgen, der kan vindes lidt ved at justere på blokafsnit ved Glostrup, men det har kun mindre betydning. Togfølgen ved Danshøj er 2:00
Valby – Høje Taastrup ←	2:15	Taastrup er begrænsende. Ved Danshøj er togfølgen ca. 2 min
Ballerup – Valby →	2:17	Indkørsel til Valby er begrænsende, men også Vanløse, Flintholm og Herlev. Specielt strækningen Vanløse – Valby er kritisk, da der her skal køres med tætte togfølger.
Valby – Ballerup ←	2:32	Strækningen i mellem Herlev og Ballerup udgør den største begrænsning for togfølgen.
Buddinge – Svanemøllen →	2:22	Begrænsning mellem Ryparken og Svanemøllen
Svanemøllen – Buddinge ←	2:03	Togfølgen er tæt på optimal.
Holte – Hellerup →	3:00/1:59	3 min ved Bernstorffsvej mellem to stoptog. 2 min for stoptog efterfulgt af hurtigtog (som er typisk i S2007)
Hellerup – Holte ←	2:33	Begrænsning findes ved Lyngby. Udkørsel fra Hellerup er uproblematisk!

Tabel 3: Mindste togfølge på de indre strækninger ved maksimal hastighed.

Som det fremgår af tabel 3, er togfølgetiden for de indre strækninger generelt på imellem 2 og 2½ minut. Det betyder, at målsætningen på 2 minutters togfølge ikke er opfyldt for nogen af strækningerne. I praksis er det dog muligt at opnå den tætte togfølge på 2 minutter, hvis der køres med lavere hastighed [5].

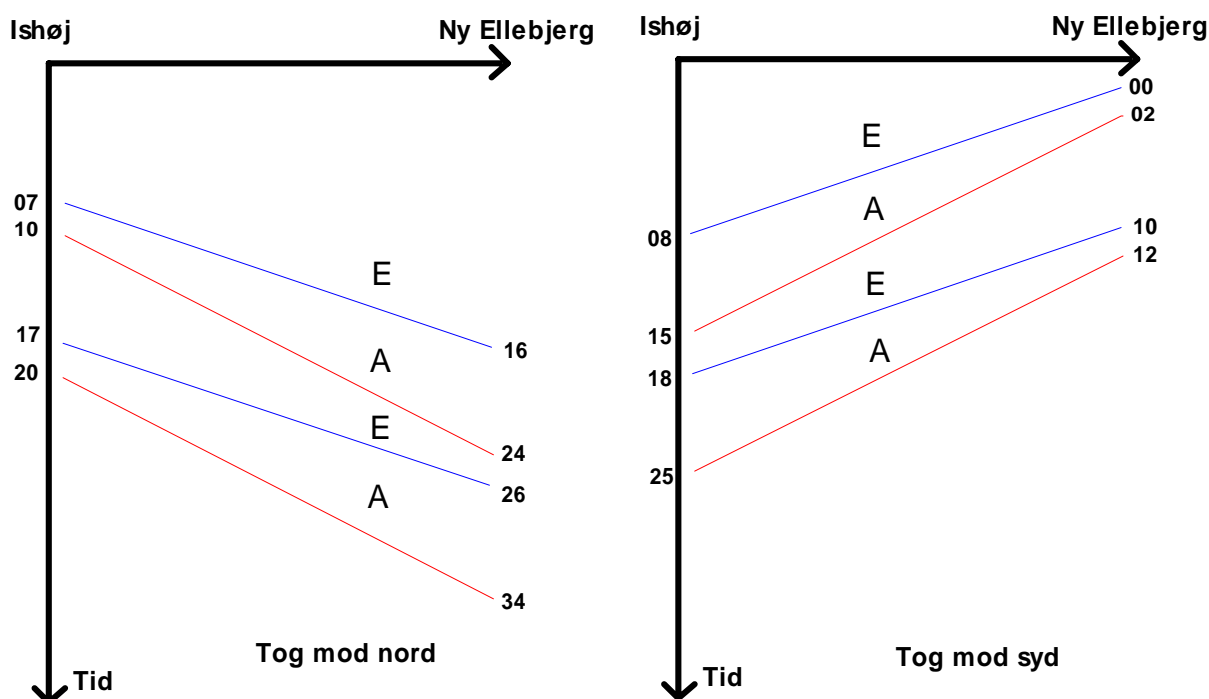
¹ Signatur → i tabel 3 angiver køreretning ind mod byen, ← angiver køreretning ud af byen. Togfølgen for tog ind mod byen har størst betydning, da der for den tætte togfølge på den centrale strækning er nødvendigt at tog kan ankomme til den centrale strækning med tæt togfølge.

På strækningerne uden for det centrale afsnit er HKT blokinddelingen typisk ikke optimeret i lige så høj grad som på den centrale strækning. Det er derfor sandsynligt, at der ved optimering af bloklængder og ekstra blokafsnit på strategiske steder, vil kunne opnås forbedringer, så togfølgetiden bringes ned på mellem 100 og 120 sekunder.

Ændringer af HKT systemet kan være omkostningsfuldt. Derfor bør justeringer kun gennemføres, hvor der opnås størst fordele heraf. Togfølgetiden ligger typisk på op til 2½ minut, hvilket ikke er langt fra målsætningen på 2 minutter. I stedet for en generel optimering af alle strækninger, er der derfor udpeget strategiske strækninger, hvor afviklingen af den konkrete køreplan vil have stor gavn af kortere togfølgetider.

Den centrale strækning betragtes i denne analyse som strækningen Valby – Hellerup. Her er trafikken tæt, og en kort togfølge er helt nødvendigt. Men af køreplanmæssige årsager foregår indkørslen til det centrale afsnit oftest af to linjer med 2 minutters mellemrum.

På samme måde er der behov for korte togfølger ved de korte stop-linjers endestationer (linje A, B, C), hvor hurtige tog indhenter de langsomme tog, som det fremgår af figuren nedenfor.



Figur 2: Illustration af behov for tæt togfølge hvor hurtige linjer indhenter stoplinjer. Eksempel med linje A og E i mellem Ishøj og Ny Ellebjerg.

På de strækninger hvor hurtiglinjer indhenter stoplinjer, er muligheden for korte togfølger særligt vigtigt. Ved unødvendigt lange togfølger, er der risiko for, at forsinkelser overføres imellem de to linjers tog.

I S07 er der identificeret følgende strækninger, hvor der er behov for tæt togfølge:

- **Indkørslen til den centrale strækning**
 - Vanløse – Valby
 - Ryparken – Svanemøllen
 - Ny Ellebjerg – Dybbølsbro
- **Ved de korte linjers endestationer**
 - Vallensbæk – Hundige²
 - Virum – Holte
 - Malmparken – Ballerup
 - Bernstorffsvej – Hellerup¹

4.1.3 - 3 minutters togfølger på de ydre afsnit

På de ydre afsnit er den nuværende togfølge ligeledes beregnet ved RailSys. Mindste togfølger fremgår af tabel 4, med tilhørende bemærkninger.

Ydre strækninger: Målsætning maks. 3 minutter

Strækning ³	Togfølge [min:sek]	Bemærkninger
Køge – Hundige →	2:20	Indkørsel til Hundige er dimensionerende, men alle stationer er tæt på togfølgetiden
Hundige – Køge ←	2:11	Solrød Strand er begrænsende for togfølgetiden
Frederikssund – Ballerup →	2:36	Begrænsende blok er Kildedal og Måløv
Ballerup – Frederikssund ←	2:27	Begrænsende blok er ved Ballerup og Måløv
Farum – Buddinge →	2:09	Begrænsende blok er ved Værløse
Buddinge – Farum ←	2:09	Alle stationer er tæt på togfølgetiden
Hillerød – Holte →	2:51	Indkørsel til Holte er problematisk med togfølge på op til 3:51
Holte – Hillerød ←	3:00	Udkørslen fra Holte er begrænsende for togfølgen
Klampenborg – Hellerup →	2:26	Indkørsel til Hellerup er begrænsende
Hellerup – Klampenborg ←	2:37	Charlottenlund er begrænsende

Tabel 4: Mindste togfølge på de ydre strækninger ved maksimal hastighed

Som det fremgår af tabel 4, er togfølgetiden generelt på imellem 2 og 3 minutter. Det betyder, at målsætningen om togfølger på maksimalt 3 min allerede i dag er opfyldt.

² Det gælder at Vallensbæk – Hundige og Bernstorffsvej – Hellerup allerede er optimeret med kort togfølge.

³ → angiver køreretning ind mod byen, ← angiver køreretning ud af byen.

Da der på alle de ydre strækninger af S-banen køres med 10 minutters drift, er en effekt af kortere blokke begrænset til tilfælde med stærkt uregelmæssig drift.

Det vurderes derfor, at optimering af HKT blokafsnit på de ydre strækninger kan prioriteres lavt.

4.2 Farumbanen

For at kunne køre med flere linjer på Farumbanen uden bindinger på grund af infrastrukturen og samtidig med en bedre regularitet, ønskes enten et dobbeltspor helt til Farum (inkl. Fiskebækbroen), eller alternativt et midtliggende vendespor ved enten Værløse eller Bagsværd.

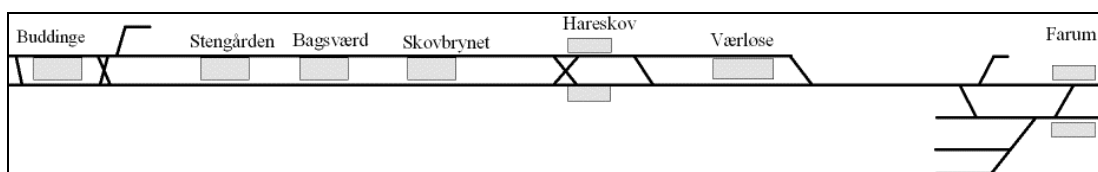
De to scenarier analyseres og sammenlignes ved en RailSys simulering af det isolerede system fra Ryparken til Farum.

4.2.1 Fiskebækbroen

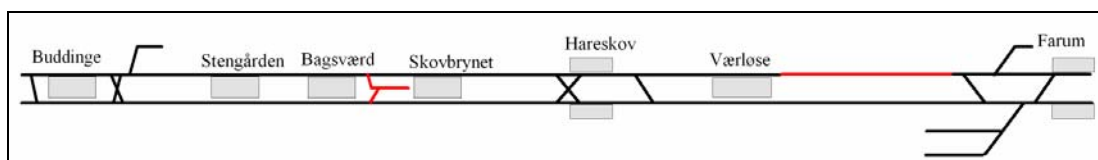
S-banens eneste tilbageværende enkeltsporede afsnit er strækningen imellem Værløse og Farum. Strækningen er enkeltsporet pga. den problematiske Fiskebækbro. Der har længe været ønske om at udvide/ombygge den eksisterende forbindelse til dobbeltspor, da køreplansbindingerne omkring Farum herved reduceres væsentligt. Projektets omkostninger vil sandsynligvis være forholdsvis store.

For at vurdere den trafikale effekt, gennemføres en simulering af trafikken på strækningen med og uden dobbeltspor.

Den foreslåede infrastruktur ses af figur 3 og 4



Figur 3: Skematisk sporplan over Farumbanen i dag



Figur 4: Skematisk sporplan med forslag til ny infrastruktur på Farumbanen. (Rød markering)

4.2.2 Midtliggende vendespor i Bagsværd eller Værløse

Som alternativ til Fiskebækbroen kan vendemulighederne på Farumbanen i stedet forbedres, så der kun køres 2 linjer til Farum, imens en 3. linje vendes før Farum.

Både i Værløse og Bagsværd er der umiddelbart nord for perronerne plads til et midtliggende vendespor.

Trafikalt vurderes Bagsværd at være mest velegnet, da der et markant passagerpotentiale indtil Bagsværd, men et mere tyndt opland nord for. Desuden vurderes det, at en evt. investering i Værløse vil give mere nytte som tilskud til dobbeltspor, end til nyt vendespor.

Derfor analyseres kun Bagsværd i den videre analyse.

Som nævnt er der plads til et midtliggende spor nord for Bagsværd station. Skematisk sporplan ses af figur 4.

4.2.3 Simuleringsanalyse

En sammenligning af de to projekter med Basissituationen er gennemført ved en RailSys simulation på følgende varianter:

- Basis, 3 linjer til Farum
- Bagsværd vendespor, 2 linjer til Farum
- Dobbeltspor Værløse – Farum, 3 linjer til Farum
- Dobbeltspor Værløse – Farum og Bagsværd vendespor, 2 linjer til Farum

Køreplanen der benyttes bygger på S2007 planen, der tilpasses de enkelte infrastrukturvarianter. Der benyttes en variant hvor linje Bx er en hurtig dagtimelinje med stop ved alle stationer mellem Farum og Bagsværd, derefter kun med stop på Bagsværd, Buddinge og Ryparken stationer.

I varianter med Bagsværd vendespor vendes linje A+ i Bagsværd, resten af linjerne kører uændret.

I varianter med dobbeltspor Værløse – Farum er køreplanen i princippet uændret. Ved dobbeltsporet gives mulighed for at køre lidt hurtigere til Farum, og der fjernes en binding i køreplanen, så et ”ekstraordinært køretidstillæg⁴” på ca. 1 minut på tog i nordlig retning ikke er nødvendigt. I simuleringen er det valgt at fastholde den originale køreplans minuttal, gevinsten i køretid udtrykkes på den måde alene som forbedret regenereringsevne.

⁴ Tillægget er nødvendig for at undgå krydsningskonflikter på den enkeltsporede strækning

Dobbeltsporet Værløse – Farum gør det desuden attraktivt at gennemføre en hastighedsopgradering på Farumbanen. Hastighedsopgraderingen gennemføres ikke i dag, da den ikke vil kunne udnyttes pga. køreplansbindingerne på den enkeltsporede strækning. Den mulige hastighedsopgradering er ikke medtaget i simuleringsanalysen.

I tidligere simuleringsanalyser på S-banen, er de i tabel 5 angivet forsinkelsesfordelinger benyttet. Forsinkelsesfordelingen genbruges til at pålægge forsinkelser ved simulering på Farumbanen. Forsinkelser pålægges som angivet i tabel 6, 7 og 8.

Forsinkelse [sek]	Distributionstype	
	A: [%]	B: [%]
0	40	80
60	0	10
120	40	10
300	10	0
600	10	0

Tabel 5: Forsinkelsesfordelinger for Indgangsforsinkelser A og Holdtidsforsinkelser B

Linje A, A+ og Bx

Station	Distributionstype	Retning
Farum	A	Syd
Ryparken	A	Nord
Bagsværd	B	Nord & syd
Buddinge	B	Nord & syd

Tabel 6: Pålagte forsinkelser i alternativer hvor linje A+ vender i Farum

Linje A og Bx

Station	Distributionstype	Retning
Farum	A	Syd
Ryparken	A	Nord
Bagsværd	B	Nord & syd
Buddinge	B	Nord & syd

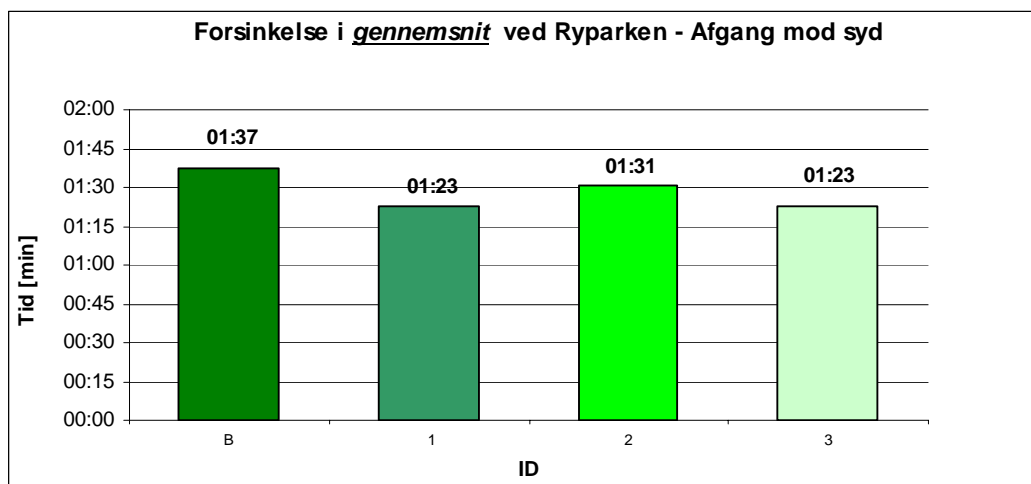
Tabel 7: Pålagte forsinkelser i alternativer hvor linje A+ vender i Bagsværd

Linje A+

Station	Distributionstype	Retning
Bagsværd Vendespor	A	Syd
Ryparken	A	Nord
Buddinge	B	Nord & syd

Tabel 8: Pålagte forsinkelser i alternativer hvor linje A+ vender i Bagsværd

Forsinkelsen måles som gennemsnitlig forsinkelse af tog, der passerer Ryparken mod syd, som angivet i figuren øverst på næste side:



Figur 5 Gennemsnitlig forsinkelse ved afgang fra Ryparken mod syd

Navngivning af varianter

B: Basis

1: Dobbeltspor Værløse - Farum

2: Bagsværd vendespor

3: Dobbeltspor Værløse - Farum og Bagsværd vendespor

Resultatet viser, at regulariteten vil kunne forbedres mest ved anlæg af dobbeltspor helt til Farum, effekten målt i Ryparken er dog ikke markant. Tilsvarende giver et vendespor i Bagsværd, og afkortning af den 3. linje en mindre forbedring af regulariteten. Dog giver dobbeltsporsløsningen den største forbedring.

Af den sidste simulering 3, hvor der er dobbeltspor til Farum, men kun køres 2 linjer, kan det udledes, at kapaciteten til Farum ved dobbeltspor er så stor, at der ikke er nogen mærkbar forskel på om der køres 2 eller 3 linjer.

Forbedringen af den gennemsnitlige forsinkelse, skal sammenholdes med, at basiskøreplanen indeholder forholdsvis meget "tillægstid". Det er medvirkende til, at der er en god regularitet på banen i basissituationen. Effekten af regularitetsforbedrende tiltag synes lille sammenlignet med en situation, der i forvejen er god. Ved anlæg af dobbeltspor helt til Farum, vil det i praksis være naturligt at omlægge køreplanen, så det ekstra regularitetstillæg fjernes. Desuden vil dobbeltsporet gøre det attraktivt at hæve strækningshastigheden på hele Farumbanen, så køretiden nedsættes.

5. Det videre arbejde

Atkins har nu afleveret sin beskrivelser af projekterne til DSB S-tog, og vi vil nu i samarbejde med Banedanmark se på, hvordan vi skal prioritere de enkelte forslag. De projekter, der herefter vurderes at give den bedste effekt gennemgås teknisk for at vurdere omkostninger og tidsforbrug fra evt. godkendelse til afslutning. Endeligt gives de udvalgte projekter en samfundsøkonomisk vurdering. Dette arbejde afventer nu.

Herefter skal der skaffes midler til udførelsen. Det vil inddrage Trafikstyrelsen, der skal vurdere, om projekterne har en samfundsøkonomisk betydning, der gør, at det kan betale sig at investere i dem.

Først når Trafikstyrelsen har sagt god for projekterne, kan der bevilges midler til Banedanmark, der så kan gå i gang med udførelsen.

Referencer

- [1] Kaas, A. H., Kapacitetsfremmende tiltag for jernbanesystemer. *Trafikdage 1998*, redigeret af Harry Lahrmann og Anette Pittelkow, Aalborg 1998
- [2] Kaas, A. H.; Landex, A.; Schittenhelm, B. & Schneider-Tilli, J. Evaluation of Railway Capacity. *Trafikdage 2006*, Aalborg 2006
- [3] Kaas, A. H., Metoder til beregning af jernbanekapacitet. *Ph.D. afhandling*, Institut for Planlægning Rapport 6, Danmark Tekniske Universitet 1998
- [4] Atkins Danmark A/S, Simulering af drift ved HKT optimering i røret, *Teknisk notat dateret 22/3 2005*.
- [5] Kaas, A. H. & Landex, A., Planning the most suitable travel speed for high frequency railway lines. *Proc. Of the 1st International Seminar on Railway Operations Modelling and Analysis*, eds. I. A. Hansen, F. M. Dekking, R. M. P. Goverde, B. Hindergott, L. E. Meester, Holland, 2005